

PAT-NO: JP402297036A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 02297036 A  
TITLE: CANTILEVER TYPE FORCE SENSOR  
PUBN-DATE: December 7, 1990

INVENTOR-INFORMATION:

NAME  
FUKUDA, MITSUHIRO  
IZEKI, SHIGETO  
HASEGAWA, SETSUO  
KOYAZU, TAKASHI  
OIZUMI, MAKOTO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME COUNTRY  
DELPHI CO LTD N/A

APPL-NO: JP01118326

APPL-DATE: May 11, 1989

INT-CL (IPC): G01L001/22

US-CL-CURRENT: 73/862.634

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain the sensor being strong against a repeated stress, small in size and having a high output and high reliability by using a semiconductor thin film element for a sensitive element and providing an electrode and a lead wire drawing-out part on the fixed end of a cantilever.

CONSTITUTION: One end of a plate-like member 1 being a strain-receiving part is inserted and held by a supporting plate 7 and a holding plate 8 and fixed. A thin film sensitive resistance element 3 is formed adjacently to its fixed part on the member 1, and this element and an electrode substrate 4

are connected with a gold wire 5, and a lead wire 6 is connected to an electrode pad of the substrate 4 and drawn out. Subsequently, the substrate 4 is contained in a recessed part U formed by the plate 7 and 8, and in this recessed part U, the electrode pad of the substrate 4 and the lead wire 6 are connected successively in parallel, and also, the gold wire 5 also connects the substrate 4 and the element 3. In such a way, a drawing-out state of the lead wire 6 exerts no undesirable influence on a sensor characteristic, a change with the lapse of time and a connection failure of a soldering part and a disconnection, etc., caused by a repeated stress are prevented, and a high output and high reliability can be obtained.

COPYRIGHT: (C)1990, JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報 (A) 平2-297036

⑬ Int. Cl. 5  
G 01 L 1/22識別記号 M  
府内整理番号 8803-2F

⑭ 公開 平成2年(1990)12月7日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全6頁)

⑮ 発明の名称 片持梁型力センサ

⑯ 特願 平1-118326  
⑰ 出願 平1(1989)5月11日

⑱ 発明者 福田 光宏 神奈川県横浜市緑区桜台1-5 株式会社デルフアイテクニカルセンター内

⑲ 発明者 伊関 成人 神奈川県横浜市緑区桜台1-5 株式会社デルフアイテクニカルセンター内

⑳ 発明者 長谷川 節夫 神奈川県横浜市緑区桜台1-5 株式会社デルフアイテクニカルセンター内

㉑ 発明者 小柳津 隆 神奈川県横浜市緑区桜台1-5 株式会社デルフアイテクニカルセンター内

㉒ 出願人 株式会社デルフアイ 東京都港区虎ノ門1丁目17番1号

㉓ 代理人 弁理士 小林 榮

最終頁に続く

## 明細書

## 1. 発明の名称

片持梁型力センサ

## 2. 特許請求の範囲

1. 受圧部を形成する板状部材（以下エレメントという）の端部を支持プレートと押えプレートの間に固定し、前記支持プレートと押えプレートとで形成する凹部内に電極基板とこれに接続するリード線を収納し、前記電極基板とこれに近接して前記エレメント上に配設した薄膜受感素子とを金線により接続してなる片持梁型力センサ。

2. 受圧部を形成する板状部材（エレメント）とこれに接続する力伝達部とにより構成した片持梁の端部を支持プレートと押えプレートとの間に固定し、前記支持プレートと押えプレートとで形成する凹部内に電極板とこれに接続するリード線を収納し、前記電極基板とこれに近接して前記エレメント上に配設した薄膜受感素子とを金線により接続してなる片

## 持梁型力センサ。

3. 前記エレメントと力伝達部とをリベット又は溶接により接続してなる請求項2記載の片持梁型力センサ。

## 3. 発明の詳細な説明

## (産業上の利用分野)

本発明は薄膜受感素子に薄膜半導体を採用した片持梁型力センサの構造に関する。

## (従来の技術)

従来より公知の片持梁型力センサは、一般に第7図、第8図に図示の構成を有する。ひずみを受ける受圧部を形成する板状部材1（以下単にエレメントという）を支持プレート8と押えプレート7とにより固定支持し、エレメント1の先端作用点11に加えられた力によって生じるエレメント1の歪を半導体薄膜抵抗素子や金属箔よりなる抵抗素子3によって電気信号に変換し、力センサとして使用されている。歪を電気信号に変換するための電気回路と連絡するリード線6は、第7図に図示のように、エレメント1の固定支持部に近接

する部分から又は第8図に図示のようにエレメント1の中間部より引き出されている。

次にこの種の圧力センサの作動原理について説明する。

作用点11から抵抗素子3までの距離を $\lambda$ 、エレメントの巾を $b$ 、エレメントの厚さを $t$ とした場合、荷重 $W$ が加わったとき、抵抗素子3には $\sigma = \frac{6W\lambda}{bt^2}$ という応力を生じる。この応力はエレメント1のヤング率 $E$ によって $\epsilon = \sigma/E$ というひずみを発生する。そのとき抵抗素子3には、ひずみ $\epsilon$ によって抵抗変化 $\Delta R$ が生じる。金属箔ひずみゲージを用いた抵抗素子では $\frac{\Delta R}{R} = \epsilon \cdot K$  ( $K$ はゲージ率)となり歪と抵抗変化とは比例するものである。この抵抗素子を通常ブリッジ回路に組み込んで、荷重 $W$ を電気信号に変換する。

以上が力センサの作動原理の概要である。

(発明が解決しようとする課題)

片持型力センサの仕様を決定するにあたっ

て、考慮すべきエレメント1の形状は、前述の様に $\sigma = \frac{6W\lambda}{bt^2}$ という制約に基づいて所定の応力を発生させなければならないことである。

圧力センサを高出力な仕様に設定するためには、(イ) エレメント1の材料特性を満足する範囲内で、最大の応力に設定すること及び(ロ) 同じ応力に対して高感度な受感素子を使用することが必要となる。

前者(イ)に対しては①作用点11と抵抗素子3までの距離 $\lambda$ を長くすること、②エレメント1の巾 $b$ を狭くすること、③エレメントの厚さ $t$ を薄くすることの3つの手段がある。

第1の手段として、上つまりセンサを長くすることは、実用上制約をうける。その制約が比較的小ない場合としては、金属箔のひずみゲージ等を利用したセンサが一般に良く知られている。しかしながら、定格荷重が数100gという低負荷であって、しかもセンサの全長を短くコンパクトに設定した仕様の場合には、応力が少なくなり、充

分は出力が得られないという欠陥があった。

第2の手段として、エレメントの巾 $b$ を狭く設定する場合には、従来の金属箔(ひずみゲージ)を使用した場合にはひずみゲージそれ自身のサイズが約3mm×3mmと小さい場合、エレメント1の巾 $b$ はその制約をうけ一定の限度がある。

第3の手段として、エレメントの厚さを薄くすることには一定の限度が存在する。従来例の金属箔ひずみゲージではその厚さが約30~50μmで、通常エレメントの厚さの10%~50%に相当し、その厚さが無視できなくなる。

又たとえ前述の制約を克服して低負荷で高出力のセンサを得られても尚さら以下に記載する問題点があった。

第7図、8図に示す様に、リード線6を引き出す場合例えば数100gの低荷重の仕様の場合には、制約の範囲内でエレメント1の巾が狭く厚さが薄く形成されているため、リード線6の引出しによる不具合が発生する。例えばリード線の自重のために圧力センサの特性を低下させたり、リー

ド線6がエレメント1を引張るために安定特性が得られない等の欠点があった。またリード線6の引出し部が可動部つまりエレメント1のひずみ発生部に存在するため繰り返し応力が発生するときには、リード線6の接続不良、断線の不具合等も発生し、その結果エレメント1の固有振動数も低下し、圧力センサの特性低下をもたらす。受感素子に薄膜を使用する場合には、金線ボンディングを介してリード線6を引き出すことが不可欠の要件であるが、引張り強度の低い純金の金線は、繰り返し応力に対して弱くあり、接点不良の発生や断線の危険性は高い。

本発明は、前述の問題点を解決することを目的とするものである。

(課題を解決するための手段)

本発明は、前記の目的を達成するための手段として受感素子に半導体薄膜素子を使用し、電極及びリード線引き出し部を片持型の固定端に配設した構成を提供するものである。

すなわち、受歪部を形成する板状部材(エレメ

ント) の端部を支持プレートと押えプレートとの間に固定し、前記支持プレートと押えプレートとで形成する凹部内に電極基板とこれに接続するリード線を収納し、前記電極基板とこれに近接して前記エレメント上に配設した薄膜受感素子とを金線により接続してなる片持梁型力センサである。

#### (作用)

本発明によれば、電極及びリード線引き出し部を片持梁の固定部に配置したため、リード線引出しの際にエレメントに対するひずみがかからず、力センサの特性に悪影響を及ぼすことがない。

さらに繰り返し応力に起因する金線ボンディング及びリード線半田付け部の経時的变化や接続不良、断線などの不具合の発生頻度が低下する。さらに受感素子に半導体薄膜素子を使用することにより金属箔ひずみゲージを採用した場合よりも高出力のセンサとして役立つことは勿論、半導体薄膜素子は金属箔ひずみゲージと比較してその巾は $1/3$ 以下、厚さは $1/30 \sim 1/50$ となる。従って受感素子は小型となり、微 $100\text{g} \sim \text{数kg}$

の定格荷重のセンサに対しては、エレメント形状の制約が少なくなる。よって金属箔ひずみゲージでは実現不可能である低荷重且つコンパクトで高出力のセンサを得ることができる。

#### (実施例)

以下添付図面を参照して本発明の実施例を説明する。

第1図、第2図、第3図は、本発明の第1実施例を図示する。符号1は片持梁式に構成された受歪部を形成する板状部材（以下エレメントという）である。エレメント1の一端部は、支持プレート8と押えプレート7に挟持され、例えばボルト9等により前記エレメントの一端部は支持プレート8、押えプレート7に固定する。薄膜受感抵抗素子3を、エレメント1の固定部に近接したエレメント1上に形成し、この素子3と電極基板4とを金線5により接続する。リード線6は電極基板4の電極パッドと接続されて引き出される。

押えプレート7と電極基板4との配設状態を以下のべる。押えプレート7と支持プレート8とに

よって形成した凹部U内に電極基板4が収納される。この凹部U内で電極基板4の電極パッドとリード線6とが順次並列に接続されると共に金線5も電極基板4と薄膜受感抵抗素子3の間を連結する。

本実施例の構成は、上述のようであるから、従来例の構成と比較しリード線6の引出し状態はセンサ特性に悪影響を及ぼすことなく、又繰り返し応力に起因する金線ボンディング、リード線の半田付け部の経時変化や接続不良、断線などの不具合の発生を防止できる。

実施例では第1図、第2図における $\ell$ 、 $b$ 、 $t$ をそれぞれ $50\text{mm}$ 、 $10\text{mm}$ 、 $0.5\text{mm}$ とし、負荷を $100\text{g}$ とした。このとき得られる出力は金属箔のひずみゲージに比べて約5倍の高出力であった。さらに特性については、非直線性 $\pm 0.5\%$ R.O.以内、ヒステリシス $\pm 0.3\%$ R.O.以内、繰り返し性 $\pm 0.3\%$ R.O.以下、クリープ $0.2\%$ R.O.以内で良好な結果を示し、疲労寿命も $10^7$ 回以上の繰り返し負荷に対して、大きな特性の変化は

見られなかった。

次に本発明の第2の実施例を第4図、第5図、第6図を参照して説明する。

第1実施例において説明した符号と同一のものは同一の部材を示すものであるから、これらの詳細な説明は省略する。図中符号10はリベットである。押えプレート7は第1の実施例のものと同様でリード線6の影響及び繰り返し負荷に対して発生する不具合を防止する。

第2の実施例の特徴としては、エレメント1を力伝達部2と別々に製作しておきエレメント1に薄膜受感抵抗素子3を形成して後、エレメント1と力伝達部2とをリベット10等を用いるか又は溶接等により連結又は接合することにより片持梁Bを構成する。片持梁Bのエレメント1に連結する力伝達部2の長さを調整することは自由であるから、片持梁Bの長さを変化させることにより定格荷重の異なるセンサを製作できる。従って同一エレメント1を採用して性能の異なるセンサの製作において力伝達部2の長さを変えてシリーズ化

が容易であり、量産化が可能となる。例えば力伝達部2の長さを変えて、それぞれ25mm、16mmに設定すれば、定格荷重は同一エレメント、同一応力でそれぞれ200g、300gとなる。

尚力伝達部を変更することにより、荷重測定用センサのみでなく、変位センサ、加速度センサ等として使用することも可能である。

#### (発明の効果)

以上詳細に説明したように、本発明によれば受感素子として薄膜受感抵抗素子を採用し、これを片持梁のエレメントの固定側に配設して、エレメントを支持プレートと押えプレートの間にボルト固定し、更に電極及びリード線引き出し部を片持梁の固定端に設けた支持プレートと押えプレートで形成した凹部内に配設した構成であるから、以下列挙する効果が得られる。

- (1) 縦り返し応力などに起因する金線ボンディング及びリード線の接点不良の防止。
- (2) リード線の形状、大きさによるエレメントの位置変化に起因するセンサの特性低下の防止。

1…エレメント、2…力伝達部、3…薄膜受感抵抗素子、4…電極基板、5…金線、6…リード線、7…押えプレート、8…支持プレート、9…ボルト、10…リベット、11…荷重作用点、B…片持梁、U…凹部。

(3) 金属箔のひずみゲージの採用では実用上達成困難な小型にして高出力、高信頼性のセンサの実用化の可能。

(4) 第2実施例に示す様にエレメントと力伝達部を分離構成とする片持梁を用いれば、力伝達部の長さのみを変化させることにより定格荷重の異なるセンサのシリーズ化が、同一のエレメントを採用して、容易となり量産性の向上に資する。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図乃至第3図は、本発明の第1の実施例を示し、第4図乃至第6図は、第2の実施例を示す。

第1図は平面図。

第2図は第1図のA-A'の線に沿った断面図。

第3図は第1図の鉛線でかこんだ部分拡大図。

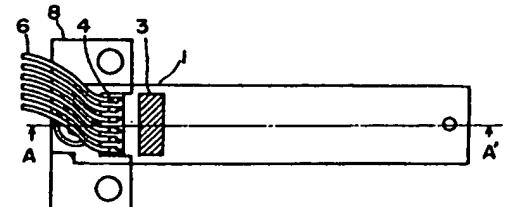
第4図は平面図。

第5図は第4図のX-X'の線に沿った断面図。

第6図は第4図の鉛線でかこった部分拡大図。

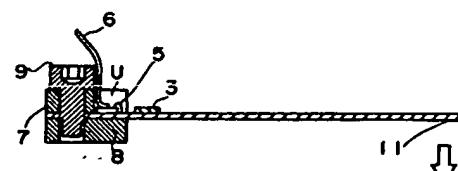
第7図、第8図はそれぞれ従来例の圧力センサの断面図。

第1図



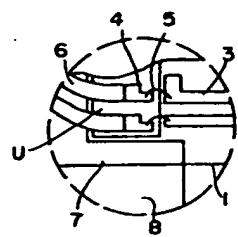
1…エレメント 3…薄膜受感抵抗素子 4…電極基板

第2図

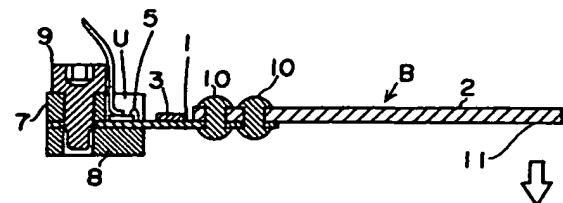
5…金線 6…リード線 7…押えプレート  
8…支持カート 9…ボルト U…凹部

出願人 横河電機株式会社  
代理人 井理士 小林栄

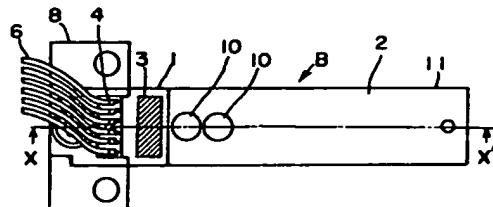
第 3 図



第 5 図

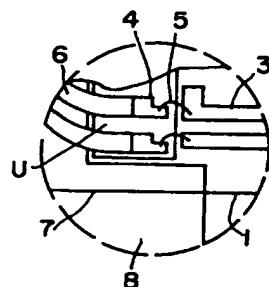


第 4 図

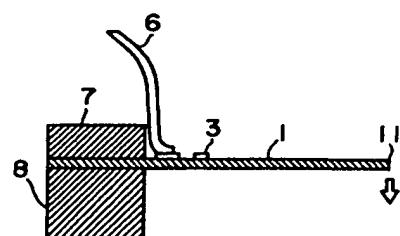


2-力伝達部 10-パット 11-荷重作用点  
B-片持梁

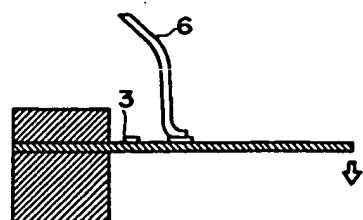
第 6 図



第 7 図



第 8 図



第1頁の続き

②発明者 大 泉

誠 神奈川県横浜市緑区桜台1-5 株式会社デルフアイテク  
ニカルセンター内

| Ref # | Hits | Search Query     | DBs   | Default Operator | Plurals | Time Stamp       |
|-------|------|------------------|---|------------------|---------|------------------|
| L1    | 573  | 73/53.01.ccls.   | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR               | ON      | 2005/12/11 13:18 |
| L2    | 413  | 73/862.381.ccls. | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR               | ON      | 2005/12/11 12:36 |
| L3    | 253  | 73/862.634.ccls. | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR               | ON      | 2005/12/11 12:36 |
| L4    | 105  | 73/862.639.ccls. | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR               | ON      | 2005/12/11 12:36 |
| L5    | 306  | 73/862.627.ccls. | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR               | ON      | 2005/12/11 12:36 |
| L6    | 76   | 1 and substrate  | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR               | ON      | 2005/12/11 12:37 |
| L7    | 35   | 2 and substrate  | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR               | ON      | 2005/12/11 12:37 |
| L8    | 27   | 3 and substrate  | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR               | ON      | 2005/12/11 12:37 |

|     |    |                             |   |    |    |                  |
|-----|----|-----------------------------|---|----|----|------------------|
| L9  | 12 | 4 and substrate             | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 12:37 |
| L10 | 49 | 5 and substrate             | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 12:37 |
| L11 | 51 | 6 and (stress or mass)      | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 12:50 |
| L12 | 18 | 7 and (stress or mass)      | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 12:37 |
| L13 | 22 | 8 and (stress or mass)      | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 13:18 |
| L14 | 9  | 9 and (stress or mass)      | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 12:37 |
| L15 | 22 | 10 and (stress or mass)     | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 12:38 |
| L16 | 37 | 11 and (sensor or detector) | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 12:38 |

|     |    |                             |   |    |    |                  |
|-----|----|-----------------------------|---|----|----|------------------|
| L17 | 14 | 12 and (sensor or detector) | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 12:38 |
| L18 | 18 | 13 and (sensor or detector) | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 12:38 |
| L19 | 8  | 14 and (sensor or detector) | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 12:47 |
| L20 | 17 | 15 and (sensor or detector) | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 12:40 |
| L21 | 20 | 16 and wire                 | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 12:47 |
| L22 | 4  | 17 and wire                 | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 12:41 |
| L23 | 6  | 18 and wire                 | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 12:41 |
| L24 | 1  | 19 and wire                 | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 12:43 |

|     |    |  |   |    |    |                  |
|-----|----|--|---|----|----|------------------|
| L25 | 10 | 20 and wire  | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 12:44 |
| L26 | 3  | 21 and cantilever  | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 12:46 |
| L27 | 0  | 22 and cantilever  | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 12:47 |
| L28 | 3  | 23 and cantilever  | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 12:46 |
| L29 | 1  | 24 and cantilever  | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 12:46 |
| L30 | 1  | 25 and cantilever  | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 12:46 |
| L31 | 15 | ("4549427"   "4674319"   "4789804"<br>  "5698931"   "5719324"  <br>"5807758"   "5819749"   "5892143"<br>  "6016686"   "6073482"  <br>"6167748"   "6201980"   "6203983"<br>  "6303288"   "6436647").PN. | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR                                      | OR | ON | 2005/12/11 12:46 |
| L32 | 15 | 31 and (sensor or detector)  | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 12:50 |

|     |        |   |   |    |    |                  |
|-----|--------|---|---|----|----|------------------|
| L33 | 7      | 32 and wire                                   | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 13:19 |
| L34 | 5      | 33 and cantilever                             | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 13:19 |
| L35 | 0      | 34 and (wire near6 (integrate or integrated)) | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 12:51 |
| L36 | 1      | 28 and (wire near6 (integrate or integrated)) | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 12:49 |
| L37 | 0      | 29 and (wire near6 (integrate or integrated)) | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 12:49 |
| L38 | 0      | 30 and (wire near6 (integrate or integrated)) | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 12:49 |
| L39 | 343879 | substrate and (stress or mass)                | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 12:50 |
| L40 | 77748  | 39 and (sensor or detector)                   | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 12:50 |

|     |      |   |   |    |    |                  |
|-----|------|---|---|----|----|------------------|
| L41 | 3535 | 40 and cantilever                             | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 12:50 |
| L42 | 1579 | 41 and wire                                   | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 12:51 |
| L43 | 32   | 42 and (wire near6 (integrate or integrated)) | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 13:19 |
| L44 | 2    | 43 and pillar                                 | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 12:53 |
| L59 | 141  | 73/54.23.ccls.                                | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 13:18 |
| L60 | 131  | 73/54.24.ccls.                                | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 13:18 |
| L61 | 47   | 59 and (stress or mass)                       | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 13:18 |
| L62 | 67   | 60 and (stress or mass)                       | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 13:18 |

|     |     |   |   |    |    |                  |
|-----|-----|---|---|----|----|------------------|
| L63 | 6   | 61 and cantilever                             | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 13:19 |
| L64 | 17  | 62 and cantilever                             | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 13:19 |
| L65 | 5   | 63 and wire                                   | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 13:19 |
| L66 | 6   | 64 and wire                                   | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 13:19 |
| L67 | 0   | 65 and (wire near6 (integrate or integrated)) | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 13:19 |
| L68 | 0   | 66 and (wire near6 (integrate or integrated)) | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 13:19 |
| S1  | 551 | 73/53.01.ccls.                                | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 12:33 |
| S2  | 405 | 73/862.381.ccls.                              | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 12:36 |

|     |     |                  |   |    |    |                  |
|-----|-----|------------------|---|----|----|------------------|
| S3  | 252 | 73/862.634.ccls. | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 12:36 |
| S4  | 104 | 73/862.639.ccls. | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 12:36 |
| S5  | 305 | 73/862.627.ccls. | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 12:36 |
| S6  | 64  | S1 and substrate | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 12:37 |
| S7  | 34  | S2 and substrate | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 13:56 |
| S8  | 26  | S3 and substrate | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 13:56 |
| S9  | 11  | S4 and substrate | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 13:56 |
| S10 | 48  | S5 and substrate | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 13:56 |

|     |     |                          |   |    |    |                  |
|-----|-----|--------------------------|---|----|----|------------------|
| S11 | 64  | S6 and substrate         | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 13:57 |
| S12 | 42  | S6 and (stress or mass)  | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 16:36 |
| S13 | 17  | S7 and (stress or mass)  | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 13:57 |
| S14 | 21  | S8 and (stress or mass)  | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 13:57 |
| S16 | 8   | S9 and (stress or mass)  | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 13:57 |
| S17 | 21  | S10 and (stress or mass) | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 13:57 |
| S18 | 42  | S11 and (stress or mass) | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 13:57 |
| S19 | 551 | 73/53.01.ccls.           | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 16:37 |

|     |     |                          |   |    |    |                  |
|-----|-----|--------------------------|---|----|----|------------------|
| S20 | 64  | S19 and substrate        | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 16:37 |
| S21 | 42  | S20 and (stress or mass) | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 16:37 |
| S22 | 3   | S21 and cantilever       | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 16:37 |
| S23 | 405 | 73/862.381.ccls.         | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 16:37 |
| S24 | 34  | S23 and substrate        | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 16:37 |
| S25 | 17  | S24 and (stress or mass) | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 12:37 |
| S26 | 5   | S25 and cantilever       | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 16:37 |
| S27 | 252 | 73/862.634.ccls.         | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 16:37 |

|     |     |                          |   |    |    |                  |
|-----|-----|--------------------------|---|----|----|------------------|
| S28 | 26  | S27 and substrate        | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 16:37 |
| S29 | 21  | S28 and (stress or mass) | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 16:37 |
| S30 | 12  | S29 and cantilever       | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 16:50 |
| S31 | 104 | 73/862.639.ccls.         | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 16:37 |
| S32 | 11  | S31 and substrate        | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 16:37 |
| S33 | 8   | S32 and (stress or mass) | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 16:37 |
| S34 | 5   | S33 and cantilever       | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 16:37 |
| S35 | 305 | 73/862.627.ccls.         | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 16:37 |

|     |    |                                      |   |    |    |                  |
|-----|----|--------------------------------------|---|----|----|------------------|
| S36 | 48 | S35 and substrate                    | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 20:24 |
| S37 | 21 | S36 and (stress or mass)             | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 16:37 |
| S38 | 4  | S37 and cantilever                   | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 16:37 |
| S39 | 64 | S20 and substrate                    | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 16:37 |
| S40 | 42 | S39 and (stress or mass)             | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 16:37 |
| S41 | 3  | S40 and cantilever                   | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 20:24 |
| S42 | 2  | S22 and (flexible or flex or spring) | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 20:24 |
| S43 | 4  | S26 and (flexible or flex or spring) | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 17:41 |

|     |   |                                      |   |    |    |                  |
|-----|---|--------------------------------------|---|----|----|------------------|
| S44 | 3 | S34 and (flexible or flex or spring) | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 17:44 |
| S45 | 4 | S38 and (flexible or flex or spring) | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 17:53 |
| S46 | 2 | S41 and (flexible or flex or spring) | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 19:12 |
| S47 | 2 | S42 and voltage                      | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 19:19 |
| S48 | 2 | S43 and voltage                      | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 19:12 |
| S49 | 3 | S44 and voltage                      | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 19:12 |
| S50 | 4 | S45 and voltage                      | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 19:12 |
| S51 | 2 | S46 and voltage                      | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 19:12 |

|     |   |  |   |    |    |                  |
|-----|---|--|---|----|----|------------------|
| S52 | 2 | S47 and bridge                           | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 19:19 |
| S53 | 1 | S48 and bridge                           | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 19:19 |
| S54 | 1 | S49 and bridge                           | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 19:20 |
| S55 | 3 | S50 and bridge                           | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 19:20 |
| S56 | 2 | S51 and bridge                           | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 19:20 |
| S57 | 2 | S52 and (piezoelectric or piezoresistor) | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 20:23 |
| S58 | 0 | S53 and (piezoelectric or piezoresistor) | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 19:23 |
| S59 | 0 | S54 and (piezoelectric or piezoresistor) | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 19:23 |

|     |   |  |   |    |    |                  |
|-----|---|--|---|----|----|------------------|
| S60 | 2 | S55 and (piezoelectric or piezoresistor) | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 19:23 |
| S61 | 2 | S56 and (piezoelectric or piezoresistor) | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 19:24 |
| S62 | 2 | S57 and laser                            | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 20:05 |
| S63 | 0 | S53 and laser                            | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 19:24 |
| S64 | 0 | S54 and laser                            | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 19:24 |
| S65 | 1 | S60 and laser                            | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 19:24 |
| S66 | 2 | S61 and laser                            | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 19:24 |
| S67 | 0 | S62 and capacitor                        | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 19:42 |

|     |      |  |   |    |    |                  |
|-----|------|--|---|----|----|------------------|
| S68 | 1    | S65 and capacitor                        | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 19:42 |
| S69 | 0    | S66 and capacitor                        | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 19:42 |
| S70 | 0    | S62 and ligand                           | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 20:23 |
| S71 | 3115 | detection near4 ligand                   | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 20:23 |
| S72 | 134  | S71 and (piezoelectric or piezoresistor) | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 21:06 |
| S73 | 117  | S72 and substrate                        | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 20:24 |
| S74 | 36   | S73 and cantilever                       | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 21:05 |
| S75 | 31   | S74 and (flexible or flex or spring)     | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 20:56 |

|     |     |  |   |    |    |                  |
|-----|-----|--|---|----|----|------------------|
| S76 | 0   | S57 and SU-8                             | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 21:13 |
| S77 | 0   | S57 and ("SU" near4 "8")                 | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 20:56 |
| S78 | 0   | S62 and SU-8                             | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 20:57 |
| S79 | 0   | S62 and "SU"                             | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 20:57 |
| S80 | 118 | ("SU-8") and cantilever                  | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/12/11 12:46 |
| S81 | 29  | S80 and (piezoelectric or piezoresistor) | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 21:10 |
| S82 | 5   | S81 and bridge                           | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 21:08 |
| S83 | 0   | S68 and SU-8                             | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 21:14 |

|     |   |                  |   |    |    |                  |
|-----|---|------------------|---|----|----|------------------|
| S84 | 0 | ("SU-8") and S68 | US-PGPUB;<br>USPAT;<br>USOCR;<br>EPO; JPO;<br>DERWENT;<br>IBM_TDB | OR | ON | 2005/07/10 21:14 |
|-----|---|------------------|---|----|----|------------------|